

## 明 細 書

10/591463

## 燃料改質器

## 技術分野

- [0001] 本発明は燃料を改質する燃料改質器に関し、より詳細には、ボイラー、熱処理炉、加熱炉、内燃機関、暖房機器、乾燥機、その他燃料の燃焼により動力や発熱等を得る装置乃至は機器(本明細書において、これらを「燃焼装置」という。)の燃焼室に供給される燃料を改質して活性化させる燃料改質器に関する。

## 背景技術

- [0002] 近年、地球環境保全のため、大気汚染の改善についてさまざまな対策が講じられており、一例として自動車分野を例にとっても種々の排出物質低減対策が進められている。
- [0003] 特にディーゼルエンジン搭載車両の場合、その排気ガス中には、呼吸器疾患や気管支炎・肺がん等の健康被害を引き起こすといわれる窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の他、黒煙の原因となる粒子状物質(Particulate Matter:PM)、地球温暖化の原因となる二酸化炭素等の有害物質が含まれている。このうち、前述のPMは、ぜんそくの原因となるだけでなく、最近ではその発癌性も指摘されており、大気汚染対策としては $\text{NO}_x$ に加えてPMの排出量を低減することが非常に重要であるといえる。
- [0004] そのため、政府による大都市地域のディーゼル車の排出物質規制においても、従来の規制の対象物質であった $\text{NO}_x$ に加えてPMを含め、車種についてもトラック、バス等の大型自動車以外にディーゼル普通車を含めるなどされており、これらの有害物質の排出を低減する必要性が高まっている。
- [0005] 具体的には、今後大都市を通過するディーゼル車は、前記規制の基準値をクリアするために、新型ディーゼルエンジン搭載車両に買い替えるか、有害物質の排出を低減させる装置を後付け装着しなければならない。
- [0006] このような状況を受け、自動車の排気ガス中の有害物質を低減させるべく種々の装置が開発されている。例えば、排気ガス浄化装置として、排気ガスの排出路中に設置し、ディーゼルエンジンが排出するPMを吸着、除去する「ディーゼル・パティキュレ

BEST AVAILABLE COPY

ート・フィルタ(以下、「DPF」という。)」がある。

- [0007] このDPFはハニカム構造の多孔質セラミックのセルの集合体で構成されており、ディーゼルエンジンから排出されたPMがセルの壁を通過するときにこれを捕捉し、燃焼することで、大気中にPMが拡散することを抑制するものである。
- [0008] しかし、DPFには以下のような問題点があった。
- [0009] DPFによればPMを効果的に低減させることができるものの、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )の除去を同時に行なえる技術が確立されていないため、PM、 $\text{NO}_x$ 双方の低減を図ることができなかった。
- [0010] 現在、PM、 $\text{NO}_x$ 双方の低減を可能とする触媒が開発されてはいるが、当該触媒はコモンレール(電子制御燃料噴射装置)を備えたエンジンを使用することが必要不可欠である他、硫黄レベルの高い軽油では当該硫黄分によって使用不可能となり浄化能力の低下が不可避である等、軽油の品質によって寿命が左右されるという問題がある。
- [0011] また、DPFは、PMを確実に燃焼し、排出量を減少させるために、エンジン制御技術と組み合わせて開発することが必要である。従って、新車装着用のDPFはディーゼルエンジンメーカーと共同開発する必要があるが、後付け用のDPFは車種ごとに設計する必要がある他、エンジンは自動車の基幹部品であって必然的に系列ごとに開発されるため、系列外取引が困難で互換性に乏しいだけでなく、アフターサービス面においても問題があった。
- [0012] 一方、排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ の除去を目的とする排気浄化装置も開示されており、 $\text{NO}_x$ を分解するため、これを還元する $\text{NO}_x$ 還元触媒を使用したもの等があるが、当該触媒が活性化するためには高い温度が必要であったり、還元剤として排気ガス中に燃料を添加する必要等があることから、装置構成が煩雑になるという問題点があった。
- [0013] 前述のような有害物質の除去方法にあつては、いずれも排ガス中の有害物質を除去した後これを排出することにより、空気中に放出される有害物質の排出量を減少しようとするものであるが、同様の仕事量を得るために必要な燃料の消費量自体を減少させることができれば相対的に有害物質の排出量を減少させることができる。

[0014] このように、燃焼装置、具体的には内燃機関に供給する燃料を活性化し、燃費効率を向上させることを目的として、多孔質セラミックに貴金属を吸着した触媒を作り、これを燃料液中に投入浸漬、又はタンク内に触媒粉を分散した塗料を塗布して触媒により燃焼効率を向上させる方法が提案されている(特許文献1参照)。

[0015] また、前述のような燃料の活性化を、光触媒を利用して行う燃料改質器も提案されている(特許文献2～4参照)。

[0016] この発明の先行技術文献情報としては次のものがある。

特許文献1: 日本国特開平10-196496号公報

特許文献2: 日本国特開平10-176615号公報

特許文献3: 日本国特開平10-265783号公報

特許文献4: 日本国特開2004-52601号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0017] 上記従来技術のうち、特許文献1に記載の方法にあつては、前述の燃料の活性化によっては「空気を燃焼する限り安全に近い脱NO<sub>x</sub>、脱SO<sub>x</sub>は出来ない」(特許文献1第6頁左欄第29～31行)とあり、NO<sub>x</sub>等除去のためには、燃料自体に添加剤を添加したり、排気系において排気ガスを特殊な洗浄液で洗浄する装置を付加する必要があるなど装置全体が大掛かりとなり、また、内燃機関の燃料の供給系や排気系に対する大幅な改造が必要となる等、実用上種々の問題点を有するものとなっている。

[0018] この他、前掲の特許文献2において、燃料改質触媒として光触媒を使用した燃料貯蔵槽も提案されているが、当該光触媒は紫外線に応答して光触媒効果を発揮するものであるため、紫外線の届かない貯蔵槽内において当該光触媒効果を得るためには、光触媒に紫外線を照射するための光源を備える必要があり、装置構成が複雑かつ大掛かりとなる。そのため、前掲の特許文献2に記載の燃料貯蔵槽は、比較的大掛かりな装置となり、車載することができない等、その設置場所が制約される等の問題がある。

[0019] また、車載が可能であり、燃料改質触媒としてペレット状粒子の多孔体に光触媒を担持させたものを使用した燃料改質器も開示されているが(特許文献3)、当該装置

において使用する光触媒も紫外線照射が必要であるため、紫外線の届かない自動車の燃料供給系に設置する際には紫外線照射用の特殊な光源を備える必要があるだけでなく、当該光源の定期的なメンテナンスが必要となる。さらに、上記多孔体を燃料改質装置の密閉容器内に隙間なく収容すると、光源と距離のある多孔体には、前記光源より照射される紫外線が他の多孔体により遮られるために届かず、光触媒効果を十分発揮することができない。

- [0020] 一方、紫外線の照射を十分に行なうため前記密閉容器内に収容する多孔体の数を減らせば燃料改質性能が低下すると共に、自動車が走行する際の振動により多孔体同士がぶつかる等して多孔体が破砕したり、当該破砕によって生じた破片が燃料フィルタを詰まらせるという問題が生じるおそれがある。
- [0021] これに対し、特許文献4に記載の燃料改質器にあつては、燃料が通過するケーシングの室内に、表面に光触媒物質の被膜が形成されたラス状の金網やハニカム様の構造体等から成る多孔板を配置し、この多孔板に形成された光触媒物質の被膜と燃料とを接触させることにより燃料の改質を行うものであるが、この燃料の改質を行う光触媒物質が、紫外線よりも長波長の電磁波（ガンマ線、X線、可視光線、赤外線、電磁波）に対しても応答して光触媒性能を発揮する、表面から内部に入るに従って徐々に酸素との結合が欠乏する構造（本明細書において「酸素欠乏傾斜構造」という。）を有する酸化金属被膜であるために、紫外線を透過しないケーシング内にこれを収容して燃料改質器を製造し、しかも、ケーシング内に紫外線を照射するための光源を設けていない場合であっても、燃料の改質を行うことができるものとなっている。
- [0022] しかし、この特許文献4に記載の燃料改質器にあつては、ケーシング内に収容されている触媒物質として、表面に前述した酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属の被膜が形成された多孔板を収容しているが、このような構造の燃料改質器にあつては燃料の改質効率に頭打ちがあり、より高効率の燃料改質器とすることができない。
- [0023] 一例として、前記特許文献4に試験例1として記載されている燃料改質器において、触媒物質である多孔板として使用されている「チタンラス38枚＋セラミックハニカム18枚」に代えて「チタンラス600枚」を使用し、その他の条件を共通として燃料消費率を測定したが、多孔板の表面積が約10倍程度増大しているにも拘わらず、特許文献

4の実施例1に記載の燃料消費率以上の燃料消費率の向上を得ることができなかった。

[0024] なお、以上のような燃費の向上や有害物質の発生阻止という目的は、前述のディーゼルエンジン等の内燃機関に対する特有の課題ではなく、燃料を燃焼させて動力の発生や発熱等を得る、各種の燃焼装置に共通の課題である。

[0025] そこで本発明は、紫外線を照射するための光源等を備える必要がなく、比較的簡単な構成で、軽量かつ小型で適用対象を選ばないという、前掲の特許文献4に記載の燃料改質器における有利な特徴をそのままに、ボイラー、熱処理炉、加熱炉、内燃機関、暖房機器、乾燥機、その他燃料の燃焼により動力や発熱等を得る前述の燃焼装置に供給される燃料を、より高効率で改質することができる燃料改質器を提供することを目的とすると共に、これらの燃焼装置における燃料消費率をより一層向上させることにより、使用する燃料量を減少し、燃焼装置の作動に伴い発生する窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )、粒子状物質(PM)、二酸化炭素等の排出量を相対的に減少させることのできる燃料改質器を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0026] 上記目的を達成すべく、本発明の燃料改質器1は、燃料の供給源から燃焼装置に至る燃料供給系に配置され、前記燃料の供給源に連通された流入口21と、前記燃焼装置に連通する流出口22と、前記流入口21及び流出口22に連通された処理室24を備えたケーシング20と、

前記ケーシング20の前記処理室24内に充填された粒状の触媒物質10から成り、前記触媒物質10の表面に、表面から内部に入るに従って徐々に酸素との結合が欠乏する構造を有し、かつ、紫外線よりも長波長の電磁波に応答する光触媒性を有する酸化金属の被膜12を形成したことを特徴とする(請求項1)。

[0027] 前記構成の燃料改質器1において、好ましくは前記触媒物質10を、  
式: 空間率(%) = [(処理室内の容積 - 触媒物質の合計体積) / 処理室内の容積] × 100

で定義される空間率が50%以下、好ましくは45%以下となるように前記処理室24内に充填する(請求項2)。

[0028] 更に、前記構成の燃料改質器1において、前記処理室24内に充填された触媒物質10の表面積の合計が、前記処理室24を通過する燃料の流量0.1L/min当たりに対して5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質10を前記処理室24内に充填し(請求項3)、又は、

前記燃焼装置がエンジンである場合には、前記処理室24内に充填された触媒物質10の表面積の合計が、該エンジンの排気量1,000cc当たりに対して5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質10を前記処理室24内に充填する(請求項4)。

[0029] 前記触媒物質10の粒径は、これを20mm以下、好ましくは10mm以下とすることが好ましく、より好ましくは6mm以下とする(請求項5)。

[0030] また、前記触媒物質10はこれを中空構造とすることが好ましく(請求項6)、さらに該触媒物質10を貫通する開孔13を備えた構造とすることができる(請求項7)。

[0031] 前記ケーシング20は、これを筒状に形成された本体部23と、該本体部23の両端開口をそれぞれ被蓋する蓋体25、26とを備えた構成とし、前記本体部23の両端開口のうちの少なくとも一方に、前記蓋体(図1に示す実施形態にあつては蓋体26)を着脱可能に取り付けたものとする(請求項8)。

[0032] なお、前記処理室24の少なくとも端部を網状体30により画成する構成としても良い(請求項9)。

### 発明の効果

[0033] ケーシング20内に粒状の触媒物質10を充填した本発明の燃料改質器1は、燃料の改質を触媒物質10の表面に形成された酸化金属被膜12との接触により行なうものであるが、改質対象である燃料が当該燃料改質器1を通過する際、ケーシング20内部に多数収容された粒体状の触媒物質10間を流動し、触媒物質10の表面に形成された酸化金属被膜12との接触面積を広く確保することができるため、前記酸化金属被膜12による燃料の改質を効果的に行なうことができる。

[0034] このように、該燃焼装置において消費される燃料量を減少させることができる結果、発生する窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)、粒子状物質(PM)、二酸化炭素を大幅に減少させることが可能となった。

- [0035] 前記触媒物質10を50%以下、好ましくは45%以下の空間率で処理室24内に充填した燃料改質器にあっては、燃料の消費量を顕著に減少させることができた。
- [0036] 更に、触媒物質10の表面積の合計が、前記処理室24を通過する燃料の流量0.1 L/min当たりに対して5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質10を前記処理室24内に充填することにより、又は、前記燃焼装置がエンジンである場合には、該エンジンの排気量1,000cc当たりに対し、表面積の合計が5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質10が前記処理室24内に充填すること、特に前記空間率50%以下、好ましくは45%以下とすることとの組合せにおいて前記いずれかの充填量とすることにより、燃料消費量の減少は更に顕著である。
- [0037] 更に前述の触媒物質10の粒径を20mm以下、好ましくは10mm以下、より好ましくは6mm以下とする場合には、ケーシング20の処理室24内の単位容積当たりの触媒物質10の表面積を大きくとることができると共に、触媒物質10間に形成される、燃料の流路となる隙間が比較的狭く、かつ複雑となり、該隙間を流れる燃料を確実に酸化金属被膜12に接触させることができる。その結果、燃料の改質効率が向上された燃料改質器1を提供することができた。
- [0038] 中空に形成された触媒物質10を使用する場合には、燃料の改質効率を低下させることなく容易に燃料改質器1の軽量化を果たすことができた。
- [0039] また、前記触媒物質10を球状とし、該触媒物質10の直径方向に貫通する開孔13を形成した場合には、前記中空構造とした触媒物質10と同様に、燃料改質器1全体を軽量化することが可能であると共に、該開孔13内に対しても前述の酸化金属被膜12を形成することにより、燃料改質器1全体を大型化することなく、燃料と接触する酸化金属被膜12の表面積を拡大することができ、より高効率の燃料改質器1を提供することができた。
- [0040] 前記ケーシング本体23の両端開口のうちの少なくとも一方に、蓋体26を着脱可能に取り付けた燃料改質器にあっては、充填された触媒物質の交換等のメンテナンスが容易であると共に、ケーシング20の処理室24内に、触媒物質10を遊び無く充填することが容易である。

[0041] さらに、前記処理室24の少なくとも端部が網状体30により画成することにより、処理室24内に充填された触媒物質がこの網状体30間に挟持されて処理室24内で遊び等が生じることなく、従って相互に衝突等することを防止することができた。

#### 図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の一実施形態を示す燃料改質器の要部断面図。

[図2]多孔板たる金網(ラス)の平面。

[図3]金網の部分拡大斜視図。

[図4]触媒物質の断面図であり、(A)は中空構造、(B)は孔開き構造、(C)は中空でかつ孔開き構造の触媒物質を示す。

[図5]燃料改質器の配置を示す燃料供給系の概略説明図。

#### 符号の説明

- [0043] 1 燃料改質器  
2 燃料タンク  
3 燃料フィルタ  
4 燃料噴射ポンプ  
5 燃焼室  
6 燃料供給系  
10 触媒物質  
11 粒状体  
12 酸化金属被膜  
13 開孔  
20 ケーシング  
21 流入口  
22 流出口  
23 ケーシング本体  
24 処理室  
25, 26 蓋体  
27, 28 連結具



### 30 金網(多孔板)

#### 発明を実施するための最良の形態

[0044] 以下、図面を参照しつつ、本発明の燃料改質器1について説明する。

[0045] [燃料改質器の全体構造]

本発明の燃料改質器1は、燃料タンクなどの燃料の供給源から燃焼装置に至る燃料供給系に配置され、燃料を通過可能なケーシング20の処理室24内に、金属、セラミック又はこれらの混合体から成る粒状物質の表面に、表面から内部に入るに従って徐々に酸素との結合が欠乏する構造を有し、かつ、紫外線よりも長波長の電磁波に応答する光触媒性を有する酸化金属の被膜を形成した触媒物質10を充填した構造を備えたものであり、このケーシング20の処理室24内に充填された触媒物質10間に燃料を通過させることにより、触媒物質10の表面に形成された酸化金属被膜に改質対象の燃料を接触させて、燃料の改質を可能としたものである。

[0046] 以下、本発明の燃料改質器1の主要な構成部品である前述のケーシング20と触媒物質10の構成につきそれぞれ詳細に説明する。

[0047] [ケーシング]

本発明の燃料改質器1の主要な構成部品の一を成す前述のケーシング20は、粒状に形成された触媒物質10を内部に收容すると共に、改質対象である燃料を導入し、收容された触媒物質10間を通過させて該触媒物質10と燃料との接触を行わせるための空間を形成するもので、図1に示すように、触媒物質10を收容すると共に、導入された燃料が通過する処理室24がその内部に形成されている。

[0048] そして、このケーシング20には、その一端に改質対象となる燃料を前記処理室24に導入するための流入口21を、他端にケーシング20の処理室24内を通過して改質された燃料を排出するための流出口22を備えている。

[0049] 前記ケーシング20の素材は、燃料との接触により変質等することなく、燃焼装置の燃焼室に対して燃料の供給を行う配管中等の燃料供給系6に配置して使用できるだけの強度を有するものであれば如何なるものであってもよく、例えばステンレス、その他の金属を使用することができる。

[0050] また、その大きさも、燃焼装置に供給する燃料の流量との関係において、燃料に対

する十分な接触面積を確保し得る接触面積と成る触媒物質10をその内部に収容でき、かつ、燃焼装置に対して必要とされる量の燃料を継続的に供給可能な燃料の流量を確保し得るものであれば特に限定されず、形状も円筒状、四角筒状、多角筒状等、様々な形状を採ることができる。

[0051] 前記ケーシング20は、燃料を導入した際、ケーシング20内部に収容された触媒物質の表面に形成された酸化金属被膜と燃料との十分な接触が行われるよう、その内部に形成された処理室24において前記触媒物質をケーシング20内に遊び無く充填することができるように構成されていることが好ましく、これにより、例えば自動車のエンジンに対する燃料供給系、その他、使用時において振動等の発生が予想される燃焼装置に本発明の燃料改質器を取り付けた場合であっても、振動等により触媒物質が相互に衝突等することを防止することができ、このような衝突による割れ、欠け等の破損が生じることを防止することができる。

[0052] また、このようにケーシング20内に遊び無く触媒物質を収容することにより、燃料に対して接触する酸化金属被膜の表面積を増大して燃料の改質効率を向上させることができる。

[0053] このように、ケーシング20内に触媒物質を遊び無く充填するために、本発明の燃料改質器の前記ケーシング20は、円筒状に形成されたケーシングの本体部23と、前記本体部23の両端開口をそれぞれ被蓋する蓋体25、26により形成されていると共に、前記蓋体25、26の少なくとも一方(図示の例では蓋体26)は、前記本体部23に対して着脱可能に取り付けることが好ましい。

[0054] 本実施形態にあつては、本体部23の少なくとも一方の開口端の周縁に、外周方向に突出するフランジ23aを形成し、このフランジ23aに前述の蓋体26の周縁部より突出したフランジ26aを、ガスケット等を介して重合すると共に、この重合状態において両フランジ23a、26aを貫通するボルト孔内にボルトを挿入すると共に、該ボルトにナットを螺合する等して、本体部23の一端開口に蓋体25、26の一方26を着脱可能に固定している。

[0055] このように、ケーシングの本体部23の開口端のうちの少なくとも一方の開口端を被蓋する蓋体26を着脱可能に取り付けることにより、ケーシング20内に充填された触

媒物質10を、本体部23の開口端をこの蓋体で被蓋する際に本体部23内に僅かに押し込むようにすることにより、ケーシング20の処理室24内に触媒物質10を遊び無く充填することが容易となっている。

[0056] また、このようにケーシング本体23の一端開口を被蓋する蓋体26を着脱可能とすることにより、一旦ケーシング20内に収容され、燃料の改質に使用された触媒物質の交換、その他のメンテナンスを容易に行うことが可能となる。

[0057] このケーシング20内に形成された処理室24の端部は、好ましくは可撓性を有する金網30等の多孔板により画成することが好ましく、このように金網等の網状体により処理室24の端部を画成することにより、充填された触媒物質が金網30により固定されて遊びを生じ難くすることができると共に、触媒物質10自体の流失や、割れ乃至は欠けた触媒物質、触媒物質の表面より剥離した酸化金属被膜等が、フィルターの役割をする金網30等の多孔板により捕捉され、これらの異物が燃料と共に処理室から流出することを防止することができる。

[0058] 特に、ケーシング本体23の開口端を被蓋する蓋体25、26を、図1に示すように外方に膨出する湾曲形状とする場合には、触媒物質10をケーシング本体23内に充填した後に蓋体でこのケーシング本体の開口端を被蓋すると、膨出部分において触媒物質の充填されていない隙間が生じるおそれがあるが、ケーシング本体23の開口端を可撓性を有する前述の金網30等の多孔板で被蓋することにより、湾曲形状の蓋体26でケーシング本体23の開口端を被蓋した場合であっても触媒物質10をケーシング20内に遊び無く充填することが可能となる。

[0059] この金網30としては、一例として腐食等に対する耐性が高いチタン製の金網であって、線径約0.2mmで、開孔13が長幅3mm×短幅2mm程度の略菱形に形成されたものを使用している(図2及び図3参照)。

[0060] 本実施形態において使用している前述のチタン製の金網30は、所謂「ラス」と呼ばれる構造の金網で、この「ラス」には、金属製の薄板に多くの切れ目を一定間隔に入れ、この薄板を前記切れ目の長さ方向に対して直交方向に引き伸ばして網状にしたメタルラスや、金属線により成形されたワイヤーラス等があるが、本発明において多孔板として使用する金網30はこのうちのいずれの構造であっても良く、また、前述のラ

スに限定されず、改質対象とする燃料に対する耐性を有するものであれば既知の各種金網を使用することができる。

[0061] また、本実施形態における前述のケーシング20はオーステナイト系ステンレス(SUS304)製で、円筒状に形成されたケーシング本体の両端開口を、このケーシング本体の両端を延長する方向に中央を膨出する蓋体25、26で被蓋して形成されており、この蓋体25、26のそれぞれの中央部分に、本体内に形成された処理室24と連通する流路を備えた連結具27、28を取り付けてこの連結具27、28内の流路により、それぞれ前述の流入口21及び流出口22が形成されている。

[0062] なお、図1に示す燃料改質器1にあつては、燃料の流動方向は特に限定されるものではなく、流入口21と流出口22はそれぞれ入れ替えて使用することもできる。

[0063] [触媒物質]

前述のケーシング20内に収容される触媒物質は、金属、セラミック又はこれらの混合体により形成された粒体の表面に、酸化により光触媒性を発揮する金属粉体を用いたショットピーニングを行うことにより形成された、酸化金属の被膜が形成されたものであり、定形、又は不定形の粒状体を成す。

[0064] 本実施形態にあつては、この触媒物質の核を成す前述の粒体を直径20mm以下、好ましくは10mm以下、より好ましくは6mm以下の球状とし、この表面に前述のように酸化により光触媒性を発揮する金属を噴射して酸化金属の被膜を形成している。

[0065] 前述の酸化金属の被膜を形成する金属、セラミック又はこれらの混合体からなる粒体としては、図1に示すように球状のものを使用しても良いが、装置全体の軽量化を図るべく、図4(A)及び図4(B)に示すようにこれを中空乃至は穴あき形状としても良く、さらには、図4(C)に示すように中空でかつ穴開き形状に形成しても良い。

[0066] なお、触媒物質10を穴開き形状とする場合には、導入された燃料が触媒物質10に形成された開孔内をも流れることから、粒体11に形成された開孔13内にも後述する酸化金属被膜12を形成することが好ましく、これによりケーシング20、従って燃料改質器1全体のサイズを増大したり、又はケーシング20内に充填する触媒物質10の量を増加することなく、燃料と接触する酸化金属被膜12の表面積を増大できると共に、触媒物質10間における燃料の流れが複雑となり、これにより燃料の改質効率を

向上させることができる。

- [0067] 前述の触媒物質の核を成す前記粒体11の材質としては、後述するように酸化により光触媒性を発揮する金属の粉体を噴射することにより酸化金属被膜をその表面に形成することができ、かつ、改質対象である燃料との接触によっても変質、浸食等されることなく、燃料タンク2から内燃機関の燃焼室5に至る迄の燃料の供給系6に配置可能な強度等を備えるものであれば如何なるものを使用しても良く、一例としてチタンやステンレス等の金属、アルミナ、フェライト等を含むセラミック、若しくはこれらの混合体等を使用することができる。
- [0068] 特に、触媒物質10の核となる粒体11として、例えば遠赤外線を発生するセラミックを使用する場合には、燃料を遠赤外線の照射により活性化させて改質することも可能となり、酸化金属被膜12による改質との相乗効果により、より高効率に燃料の改質を行うことができる。
- [0069] また、必要とされる燃料の流動を妨げず、燃料に対して十分な接触面積を確保できるものであれば、粒径やその形状、サイズの均一性の有無等についても特に限定されず、例えば粒形状を多角形や円、楕円、その他の各種の形状に形成することができる。
- [0070] このように燃料との接触面積を確保するための触媒物質の粒径は、一例として20mm以下、好ましくは10mm以下、より好ましくは直径6mm以下である。
- [0071] 前述の触媒物質10は、単一種類のものを多数ケーシング20内に充填して使用することもできるが、その大きさや形状の異なる触媒物質10を2種類、または3種類以上を複数種類組み合わせ使用することも可能であり、比較的大径の触媒物質間に形成された間隔内に、比較的小径に形成された触媒物質が配置されるように、混合状態の触媒物質10をケーシング20内に充填することで、燃料と接触する酸化金属被膜の表面積を拡大するよう構成しても良い。
- [0072] 触媒物質の核となる粒体の表面には、前述のように酸化により光触媒性を発揮する金属の酸化物であって、表面から内部に入るに従って酸素との結合が徐々に欠乏する傾斜構造(本明細書において「酸素欠乏傾斜構造」という。)を有する酸化金属被膜が形成されており、改質対象となる燃料は、燃料改質器1内を通過する際、前記触

媒物質の表面に形成されたこの酸化金属被膜と接触し、その改質が行なわれる。

[0073] このような酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属被膜12は、酸化により光触媒性を発揮する例えばチタン等の金属の粉体を、触媒物質10の核となる前述の粒体11の表面に対して高速投射することにより形成することができる。

[0074] 当該被膜形成に使用する金属(噴射粉体)としては、チタン(Ti)、亜鉛(Zn)、タングステン(W)、錫(Sn)、ジルコニウム(Zr)及びこれらの合金等を挙げることができ、これらの金属粉体を例えば圧縮空気を利用して、前述の触媒物質の核となる金属、セラミックス、これらの混合体等から成る粒体の表面に高速噴射すると、当該金属粉体は前記粒状体の表面に溶融付着すると共に、この溶融付着の際に噴射粒体や周辺雰囲気中の酸素と結合して酸化するため、粒体の表面には $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 等の酸化金属被膜が形成される。

[0075] 上記方法により形成された酸化金属被膜は、被膜表面からの深さが増すにつれて酸素との結合がわずかずつ欠乏気味となる前述の酸素欠乏傾斜構造を有し、この構造を有する前述の酸化金属被膜は、紫外線よりも長波長の電磁波(ガンマ線、X線、可視光、赤外線、電波等)に対して応答して、改質対象と成る燃料を活性化させる光触媒性能を発揮する。

[0076] 従来より、上記 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{WO}_3$ 、 $\text{SnO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 等の酸化金属は、紫外線の照射により優れた分解機能を発揮する、いわゆる光触媒として知られているが、通常これらの酸化金属は紫外線の照射によりその光触媒機能を発揮するものである。そのため、紫外線の届かない内燃機関の燃料供給部において上記酸化金属による光触媒作用を得るためには、当該酸化金属に対して紫外線を照射するための特殊な光源を独自に備える必要があった。

[0077] しかし、前述のように触媒物質10の表面に形成された、酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属被膜12は、紫外線よりも長波長の電磁波(ガンマ線、X線、可視光線、赤外線、電波等)に対して応答するという性質を有し、上記電磁波のうちいずれかのエネルギーがあれば光触媒機能を発揮することができ、前述のようにケーシング20内に配置され、紫外線や可視光線の届かない状況において使用する場合であっても、従来の光触媒のような紫外線照射用の光源を必要とすることなく、触媒作用を発揮し

得るものである。

- [0078] さらに、上記金属粉体の噴射により形成された酸化金属被膜12にあつては、安定した酸素欠乏傾斜構造を有するという利点もある。
- [0079] 前記酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属被膜12の形成に使用する金属粉体の形状は、球状または多角形状が好ましく、粒径は200  $\mu\text{m}$ 以下、好ましくは30  $\mu\text{m}$ ～100  $\mu\text{m}$ である。また、噴射圧力は0.3MPa以上で、噴射粉体の材質等にもよるが、表面に形成された酸化被膜を安定させるために、好ましくは0.5MPa以上とすることが好ましい。
- [0080] 使用する金属の種類も酸化により光触媒性能を発揮するものであれば上記の例に限られず各種のものを使用することができ、また、上記金属の数種を混合して使用してもよい。
- [0081] さらに、金属粉体を噴射して被膜を形成する際に、白金(Pt)やパラジウム(Pd)、銀(Ag)、銅(Cu)等の貴金属粉体を混合して同時に噴射することにより、これらの金属を被膜中に担持させても良く、また、形成された酸化金属被膜12にバナジウムやクロム等の金属イオンを注入しても良い。
- [0082] 酸化金属被膜12に対し、これらの貴金属を担持し、又は金属イオンを注入することにより、光触媒性をより一層向上させることができ、効率的な燃料の改質を行うことが可能となる。
- [0083] 本実施形態にあつては、前述の粒体の表面にチタン(Ti)粉末をブラストしてチタニア(酸化チタン $\text{TiO}_2$ )被膜を形成し、当該チタニア被膜によって光触媒作用を得た。本発明が意図する電磁波応答型の光触媒機能は紫外線の照射が不要であると共に、酸化、還元を行う点で、酸化分解のみを行う従来の一般的な光触媒とは異なる機能を発揮する。ここで、酸化チタンは、酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属被膜を形成するため、ルチル型及び／又はアナターゼ型から成る。
- [0084] 以上のように構成された前記触媒物質10は、  
式: 空間率(%) = [(処理室内の容積 - 触媒物質の合計体積) / 処理室内の容積]  $\times 100$   
で定義される空間率を50%以下、好ましくは45%以下として前記処理室24内に充

填することが好ましい。これにより、燃料改質器1内を通過する燃料が触媒物質10の表面に形成された酸化金属被膜12と好適に接触して、燃料の改質を確実に行うことができた。

[0085] 更に、前記触媒物質10は、その表面積の合計が、処理室24を通過する燃料の流量0.1L/min当たりに対し、5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記処理室24内に充填する。

[0086] 特に、改質後の燃料が供給される燃焼装置がエンジンである場合には、燃料改質器1内を通過する燃料の流量に拘わらず、その表面積の合計が該エンジンの排気量1,000cc当たりに対し5,000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記処理室24内に充填しても良い。

[0087] このように、燃料改質器1の処理室24内に充填される触媒物質10の表面積を、燃料改質器1内を通過する燃料の流量、又は改質後の燃料が供給される燃焼装置(エンジン)の排気量との関係において、前述の数値とすることにより、燃料の消費量や燃焼装置(エンジン)の排気量との関係において燃料と接触する触媒物質の表面積を十分に確保することができ、燃料の消費量を確実に低減することができた。

[0088] 特に、前述の空間率50%以下、好ましくは45%以下という条件と、前記燃料の流量又は燃焼装置(エンジン)の排気量に対する触媒物質10の表面積の条件とを同時に満たした燃料改質器1にあつては、燃料の改質をより確実に行うことができると共に、該改質後の燃料が供給される燃焼装置における燃料の消費量を顕著に低下させることができた。

[0089] [燃料改質器による作用]

本発明の燃料改質器1を通過した燃料を使用することによる燃費の向上は、燃焼反応の反応直前に燃焼物質が活性化(電離化・イオン化)現象を起こし、この活性化が燃焼の前駆現象として起こり酸化反応(燃焼)へと移行するために生じるものと考えられる。

[0090] この前駆現象を起こすエネルギーとしては、燃焼の三要素の1つである熱エネルギーがあるが、前述の酸素欠乏傾斜構造を有する酸化金属には燃料を活性化させるエネルギーを相当量含有していると考えられ、このエネルギーとして、物質を活性化



する電離放射線を包含しているものと考えられる。

- [0091] そのため、本発明の燃料改質器1内に導入された燃料は、ケーシング20の処理室24内に充填された触媒物質10間を通過して触媒物質10の表面に形成された酸化金属被膜12と接触する際に、この低レベルの放射線(自然現象レベル放射線)により燃料(CmHn)が電離(イオン)現象を起こし、燃焼反応の促進が起こるため燃費が向上するものと考えられる。
- [0092] しかも、ケーシング20内に粒状の触媒物質10が充填された本発明の燃料改質器1、特に、前述の空間率、燃料の流量に対する触媒物質10の表面積、又は燃焼装置(エンジン)の排気量に対する触媒物質の表面積で触媒物質10を処理室24内に充填した燃料改質器1にあつては、燃料と接触する前述の酸化金属被膜12の表面積が広く、しかも、ケーシング20内に導入された燃料は、触媒物質10間に形成された複雑な形状の流路内を通過するために、酸化金属被膜との接触時間が長く、かつ、確実に酸化金属被膜12と接触することから、本発明の燃料改質器1にあつては、高効率で燃料の改質を行うことができるものとなっている。

### 実施例

- [0093] 以上説明した本発明の燃料改質器の性能試験を行った結果を以下説明する。
- [0094] なお、以下に示す各試験例において、本願の燃料改質器に使用した触媒物質は、セラミックの球体の表面に前述の酸素欠乏傾斜構造を有する酸化チタンの被膜を形成したもので、その詳細は下記の表1に示す通りである。
- [0095] [表1]

## 触媒物質の規格

セラミック球の材質； $Al_2O_3 + SiO_2$ ：92%以上

触媒物質の比重：3.62

直径 (mm)	重量 (g)	表面積 (mm <sup>2</sup> )	1 kg中の個数	1 kg当りの表面積 (mm <sup>2</sup> )	1000cm <sup>3</sup> 当り の重量 (g)
2	0.015	12.56	66,667	837,338	2,132
3	0.047	28.26	21,277	601,288	2,030
4	0.147	50.24	6,803	341,782	2,042
5	0.205	78.50	4,000	314,000	2,018
6	0.400	113.04	2,500	282,600	2,000
8	1.000	217.60	1,000	217,600	1,924
10	2.100	314.00	476	149,464	1,902
15	7.000	765.00	143	109,395	1,880
20	16.000	1256.000	63	79,128	1,806

[0096] また、比較例において使用した「チタンラス」とは、チタニウム製の金網(ラス)の表面に、酸素欠乏傾斜構造を有する酸化チタンの被膜を形成したものであり、その詳細は、下記の表2に示す通りである。

[0097] [表2]

## チタンラスの規格

比重：4.54

縦×横×厚さ(mm)	重量(g)	メッシュ(mm)	表面積(mm <sup>2</sup> )
500×500×0.2	52	2×3	115,000
500×500×0.3	112	2×3	170,000
500×500×0.5	176	3×6	170,000
500×500×1.0	332	6.8×12.7	155,000

[0098] [試験例1]

本発明の燃料改質器を通過させた燃料(A重油)を、この重油を燃料とする乾燥装置に供給した。

[0099] この乾燥装置における設定温度を280℃とし、乾燥装置内の温度が280℃となる迄に要した燃焼時間(分)、燃料の使用量(リットル)を測定した結果を表1に示す。

[0100] なお、使用した燃料改質器は、円筒状のケーシング本体部分の直径が100mm、長さ900mmで、この中に酸素欠乏傾斜構造を有する酸化チタンの被膜が形成された直径3mmのセラミック球15kgを触媒物質として充填して使用した。

[0101] 容量1リットルの空間中に充填される触媒物質の重量:2030g(表1)  
触媒物質の比重:3.62 より、容量1リットルの空間中における触媒物質の体積は

$$2030 / 3.62 = 560.8 \text{ cm}^3$$

従って、この触媒物質の空間率は、

$$\begin{aligned} & [(1000 - 560.8) / 1000] \times 100 \\ & = 43.92(\%) \end{aligned}$$

また、触媒物質1粒当たりの重量:0.047g(表1)より、触媒物質の表面積の合計は

$$(15000 / 0.047) \times 0.2826 = 90191.5 (\text{cm}^2)$$

73分間における燃料使用量22.76リットル(表3)より、燃料の1分間当たりの流量は、

$$22.76 / 73 = 0.312 (\text{L/min})$$

よって、流量0.1L/min当たりの触媒物質の表面積の合計は、

$$90191.5 / 3.12 = 28907.5 (\text{cm}^2) \text{である。}$$

[0102] 使用した乾燥装置は、燃焼機としてガンタイプバーナーを備えた直火式熱発生機で、発熱量は300,000kcal/hである。

[0103] [表3]

乾燥装置の運転試験（試験例１）

燃料改質装置装着の有・無	無	有
燃料使用量（L）	30.31	22.76
燃焼時間（分）	88	73
向上率（％）	0	24.9

[0104] 以上の結果、設定温度（280℃）に温度が上昇する迄の所要時間において、本発明の燃料改質器を通過した燃料を使用した場合には、改質を行っていない燃料を使用した場合に比較して燃焼時間が15分短縮された。

[0105] また、設定温度に上昇する迄に使用する燃料についても、本発明の燃料改質器を通過した後の燃料を使用した場合には、改質を行わない通常の燃料を使用した場合に比較して使用する燃料の量を7.55リットル減少させることができた。

[0106] なお、表中の「向上率」とは、燃料改質器を未装着の場合を基準とし、燃料改質器を装着した際の燃料消費率の向上分をパーセンテージで示した値、すなわち、

$$\begin{aligned} & [(30.31 - 22.76) / 30.31] \times 100(\%) \\ & = 24.9(\%) \end{aligned}$$

であり、本発明の燃料改質器を装着した場合には、未装着の場合と比較して燃料消費率が24.9%も向上している。

[0107] [試験例2]

本発明の燃料改質器を小型トラックの燃料供給系に装着し、該燃料改質装置を通過した燃料をエンジンに供給して走行テスト（ルートセールスに使用）を行った。この際の燃料消費量と燃費の向上率とを測定した結果を表4に示す。

[0108] なお、使用した燃料改質器は、ケーシングの本体部分の直径が100mm、長さが600mmで、このケーシング内にチタニアの被膜が形成された直径3mmのセラミック球を10kg充填したものを使用した。

[0109] 走行テストに使用した小型トラックは、平成13年式（走行距離45,000km）で、排気量3,000ccのディーゼルエンジン車である。

[0110] ケーシング内に充填された触媒物質の空間率は、前掲の[試験例1]と同様に43.

92(%)

触媒物質1粒当たりの重量:0.047g(表1)より、触媒物質の表面積の合計は、  
 $(10000/0.047) \times 0.2826 = 60127.7 (\text{cm}^2)$

燃焼装置であるエンジンの排気量3,000ccより、1,000cc当りの触媒物質の表面積の合計は、

$60127.7/3 = 20042.6 (\text{cm}^2)$ である。

[0111] 自動車の燃料供給系は、一般に図5に示すように、燃料タンク2、燃料フィルタ3、燃焼噴射ポンプ4、燃焼室5がそれぞれ配管を通じて接続されており、本試験例にあつては、前述の燃料改質器を燃料タンクと燃料フィルタ間の管路に取り付けた。

[0112] なお、燃料改質器を前述の位置に取り付けることとしたのは、かりに触媒物質に割れや欠けが生じ、又は触媒物質の表面に形成された酸化被膜が一部剥離等して改質された燃料中に異物が混入した場合であっても、その下流側に設けられたフィルタにより燃料中に混入した異物は除去されて燃焼室に導入されることを防止できるためであり、燃料改質器の取り付け位置はこの例に限定されることなく燃焼室に供給される前に燃料を改質することができるものであれば、燃料タンクから燃料噴射ポンプ間のいずれの位置に取り付けても良い。

[0113] 燃料改質器1の取付は、ケーシング20に流入口21及び流出口22となる流路が形成された連結具27, 28等が取り付けられている場合には、燃料タンク2と燃料フィルタ3間を連通する既存のパイプを専用のパイプに交換すると共に、この専用パイプに接続具を連結することにより、容易に取り付けることができる。

[0114] [表4]

小型トラックの走行試験（試験例2）

燃料改質装置装着の有・無	無	有
平均燃料消費量 (km/L)	9. 1	1 1. 4
向上率 (%)	0	2 0. 2

[0115] 以上の結果、本発明の燃料改質器を装着した小型トラックにあつては、燃料改質器を装着していない小型トラックに比較して燃費が20.2%向上していることが確認でき

た。また、馬力、出足、加速性の向上も体感でき、特に登り坂での黒煙排出が減少していることを目視によっても明らかに確認することができた。

[0116] 〔試験例3〕

本発明の燃料改質器を小型トラックの燃料供給系(装着位置については試験例2と同じ)に装着し、該燃料改質器を通過した燃料をエンジンに供給して走行テスト(ルートセールスに使用)を行った。この際の燃料消費量と燃費の向上率とを測定した結果を表5に示す。

[0117] なお、燃料改質器として、ケーシングの本体部分の直径が100mm、長さ300mmで、このケーシング内にチタニアの被膜が形成された直径3mmのセラミック球を6kg充填したものを使用した。

[0118] 走行テストに使用した小型トラックは、平成15年式(走行距離15,000km)で、排気量2,000ccのガソリンエンジン車である。

[0119] ケーシング内に充填された触媒物質の空間率は、前掲の〔試験例1〕と同様に43.92(%)

触媒物質1粒当たりの重量:0.047g(表1)より、触媒物質の表面積の合計は、  
 $(6000 / 0.047) \times 0.2826 = 36076.6 (\text{cm}^2)$

燃焼装置であるエンジンの排気量2,000ccより、1,000cc当りの触媒物質の表面積の合計は、

$36076.6 / 2 = 18038.3 (\text{cm}^2)$ である。

[0120] 比較例として、上記本発明の燃料改質器と同様のケーシング内に、表2における厚さ0.2mmのチタンラスを、直径100mmの円盤状に成形したものを800枚挿入した燃料改質器を使用して同様の走行試験を行った。

[0121] なお、チタンラス1枚当たりの重量:2.08gであり、800枚の合計重量1,664g、チタンラスの比重:4.54から、このチタンラスが充填された燃料改質器における空間率は、

$\{[2355 - (1664 / 4.54)] / 2355\} \times 100$   
 $= 84.44 (\%)$

チタンラス1枚当たりの表面積:46cm<sup>2</sup>より、

ケーシング内に充填されたチタンラス800枚の総表面積は、

$$46 \times 800 = 36800 \text{ cm}^2$$

燃焼装置であるエンジンの排気量2,000ccより、1,000cc当りのチタンラスの表面積の合計は、

$$36800 / 2 = 18400 (\text{cm}^2) \text{ である。}$$

[0122] [表5]

小型トラックの走行試験（試験例3）

燃料改質装置装着の有・無	無	有(本願例)	有(比較例)
平均燃料消費量 (km/L)	8.7	11.6	9.2
向上率 (%)	0	25	5.4
空間率 (%)	---	43.9	84.4
1,000cc当りの表面積(cm <sup>2</sup> )	---	18038.3	18400

[0123] 以上の結果、本発明の燃料改質器を装着した小型トラックにあつては、燃料改質器を装着していない小型トラックに比較して、消費された燃料が25%減少していることが確認された。また、馬力、出足、加速性の向上も体感できた。

[0124] また、試験例3においては、ディーゼルエンジン車における走行試験である試験例2の試験結果に比較して燃費向上率が更に向上していることから、本発明の燃料改質器は、軽油に比較してガソリンの改質に対してより高い改質性能を発揮することが確認できた。

[0125] これに対し、比較例であるチタンラスを充填した燃料改質器にあつては、燃料改質器を装着しない場合に比較すれば燃料消費量の減少は確認されているものの、本発明の燃料改質器を装着した場合に比較して、その向上率は極めて低いものであった。

[0126] 本発明の燃料改質器と、比較例の燃料改質器とでは、いずれも内部に充填された触媒物質の表面積については略同等の数値を示すものであるが、空間率において顕著に相違するものであることから、この空間率の相違が効果の差として現れたもの

と考えられる。

[0127] 特に、本試験例において使用した小型トラックが、比較的排気量の小さなエンジンを使用するものであるために、燃料改質器内を流れる燃料の流量が少なく、抵抗なく燃料がエンジンに供給されるために、酸化チタン被膜の表面積が同等であっても比較例の燃料改質器にあつてはこの表面積が有効に作用しなかったために効果の差として現れたものと考えられる。

[0128] 従つて、酸化チタン被膜の表面積を燃料の流量、又は使用する燃焼装置がエンジンである場合には、該エンジンの排気量に応じて所定の範囲で増大すると共に、処理室内の空間率を一定の範囲以下とすることの組合せにより、燃料改質器による燃料改質の効率を効果的に向上させることができることが確認できた。

[0129] [試験例4]

触媒物質の充填量の異なる燃料改質器を小型トラックの燃料供給系(装着位置については試験例2と同じ)に装着し、該燃料改質器を通過した燃料をエンジンに供給して走行テスト(ルートセールスに使用)を行った。この際の各燃料改質器における空間率、排気量1000cc当たりの触媒物質の表面積、燃料消費量と燃費の向上率とを測定した結果を表6に示す。

[0130] なお、燃料改質器として、ケーシングの本体部分の直径が100mm、長さ300mm、このケーシング内にチタニアの被膜が形成された直径4mmのセラミック球を5kg充填したものを準備し、これを1～7個接続して、触媒物質の充填量5kg、10kg、15kg、20kg、25kg、30kg、35kgの燃料改質器とした。なお、下記表6において触媒物質の充填量「0」は、燃料改質器の取り付けを行っていない小型トラックによる走行試験結果である。

[0131] 走行テストに使用した小型トラックは、平成15年式(走行距離15,000km)で、排気量2,000ccのガソリンエンジン車である。

[0132] [表6]



# 充填量の変化と燃費の向上率

触媒物質の 充填量(kg)	空間率 (%)	排気量1000cc当り の表面積(cm <sup>2</sup> )	平均燃料消費 量(km/L)	向上率 (%)
0	—	—	8.7	0
5	43.6	8544.2	10.4	19
10	43.6	17088.4	11.0	26
15	43.6	25632.6	11.1	28
20	43.6	34176.8	11.5	32
25	43.6	42721.0	11.7	34
30	43.6	51265.2	11.8	36
35	43.6	59809.4	12.0	38

[0133] 以上の結果、触媒物質の充填量が5kgの燃料改質器を使用した場合においても燃料消費量の減少を確認することはできたが、触媒物質の充填量を10kg以上とした場合に比較して、その効果は相対的に低いものとなっていた。

[0134] 前記各走行試験に使用した燃料改質器は、いずれもその空間率を同一の値とすることから、この空間率を50%以下、好ましくは45%以下とすると共に、触媒物質の表面積の合計をエンジンの排気量の増加に伴い増加することにより、顕著な効果が得られることが確認された。

[0135] [試験例5]

充填した触媒物質の粒径がそれぞれ異なる複数の燃料改質器を小型トラックの燃料供給系(装着位置については試験例2と同じ)に装着し、該燃料改質器を通過した燃料をエンジンに供給して走行テスト(ルートセールスに使用)を行った。

[0136] 使用した各燃料改質器は、ケーシングの本体部分の直径が100mm、長さ300mmで、このケーシング内にチタニアの被膜が形成された直径2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、8mm、10mm、15mm、20mmのセラミック球をそれぞれ充填したものを準備した。

[0137] 走行テストに使用した小型トラックは、平成15年式(走行距離15,000km)で、排気

量2,000ccのガソリンエンジン車である。

[0138] 上記走行試験における触媒物質の直径、排気量1000cc当りの触媒物質の表面積、空間率、平均燃料消費量、及び向上率とを測定した結果を表7に示す。

[0139] [表7]

空間率及び表面積の変化と燃費の向上率

触媒物質 の直径(mm)	排気量1000cc当り の表面積 (cm <sup>2</sup> )	空間率 (%)	平均燃料 消費量(km/L)	向上率 (%)
2	25120	41.1	11.1	28
3	18038	43.9	10.9	25
4	10253	43.6	10.7	23
5	9420	44.3	10.4	20
6	8475	44.8	10.2	17
8	6510	46.9	9.8	13
10	4486	47.5	9.4	8
15	3279	48.1	9.0	4
20	2355	50.1	8.9	2
充填なし		100	8.7	0

[0140] 以上の結果から、空間率が50%を越える場合(一例として、空間率50.1%の場合)には、向上率は2%と僅かであるが、空間率が50%以下の場合(一例として、空間率48.1%の場合)には、倍の4%となり、更に、45%以下(44.8%)では17%と、顕著な向上率の上昇が確認された。

[0141] また、排気量1000cc当りの触媒物質の表面積については、5000cm<sup>2</sup>以下においても燃費の向上が見られるものの、5000cm<sup>2</sup>以上で向上率が10%近く向上し(6510cm<sup>2</sup>で13%)、さらに10000cm<sup>2</sup>以上で向上率が20%以上(10253cm<sup>2</sup>で23%)と顕著に向上することが確認できた。

[0142] 以上の結果から、空間率を50%以下、好ましくは45%以下とすることにより燃費が顕著に向上することが確認できると共に、排気量1000cc当りの触媒物質の表面積を

5000cm<sup>2</sup>以上、好ましくは10000cm<sup>2</sup>以上とすることによる燃費の顕著な向上を確認することができた。

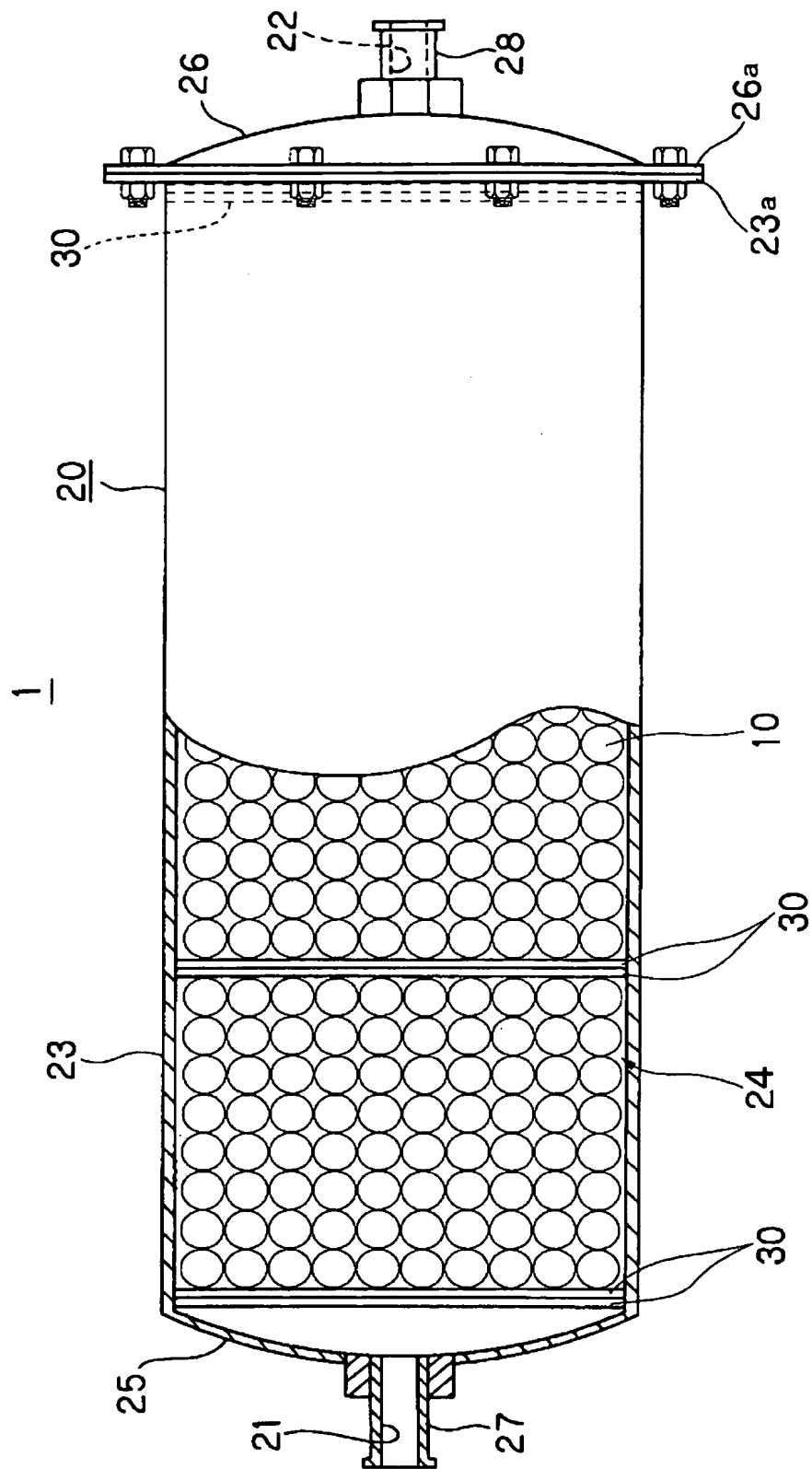
## 請求の範囲

- [1] 燃料の供給源から燃焼装置に至る燃料供給系に配置され、前記燃料の供給源に連通された流入口と、前記燃焼装置に連通する流出口と、前記流入口及び流出口に連通された処理室を備えたケーシングと、  
前記ケーシングの前記処理室内に充填された粒状の触媒物質から成り、  
前記触媒物質の表面に、表面から内部に入るに従って徐々に酸素との結合が欠乏する構造を有し、かつ、紫外線よりも長波長の電磁波に応答する光触媒性を有する酸化金属の被膜を形成したことを特徴とする燃料改質器。
- [2] 前記触媒物質が、次式で定義される空間率が50%以下となるように前記処理室内に充填されていることを特徴とする請求項1記載の燃料改質器。  
$$\text{空間率(\%)} = [(\text{処理室内の容積} - \text{触媒物質の合計体積}) / \text{処理室内の容積}] \times 100$$
- [3] 前記処理室内に充填された触媒物質の表面積の合計が、前記処理室を通過する燃料の流量0.1L/min当たりに対して5,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質を前記処理室内に充填したことを特徴とする請求項1又は2記載の燃料改質器。
- [4] 前記燃焼装置がエンジンであり、前記処理室内に充填された触媒物質の表面積の合計が、該エンジンの排気量1,000cc当たりに対して5,000cm<sup>2</sup>以上となるように前記触媒物質を前記処理室内に充填したことを特徴とする請求項1又は2記載の燃料改質器。
- [5] 前記触媒物質の粒径が20mm以下であることを特徴とする請求項1～4いずれか1項記載の燃料改質器。
- [6] 前記触媒物質が中空構造であることを特徴とする請求項1～5いずれか1項記載の燃料改質器。
- [7] 前記触媒物質が、該触媒物質を貫通する開孔を有することを特徴とする請求項1～6いずれか1項記載の燃料改質器。
- [8] 前記ケーシングが、筒状に形成された本体部と、該本体部の両端開口をそれぞれ被蓋する蓋体とを備え、前記本体部の両端開口のうちの少なくとも一方に、前記蓋体を着脱可能に取り付けたことを特徴とする請求項1～7いずれか1項記載の燃料改質器。

器。

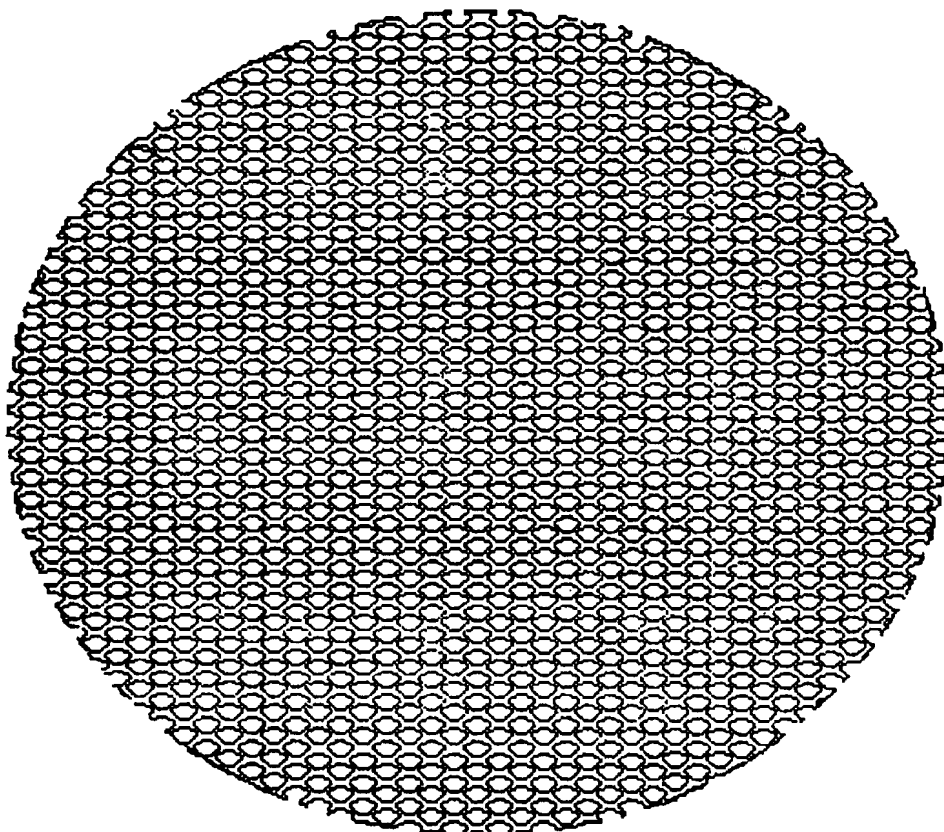
- [9] 前記処理室の少なくとも端部が網状体により画成されていることを特徴とする請求項1～8いずれか1項記載の燃料改質器。

[図1]

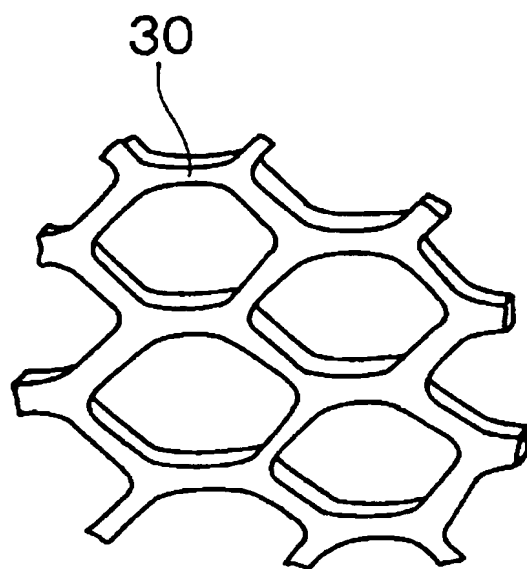


[図2]

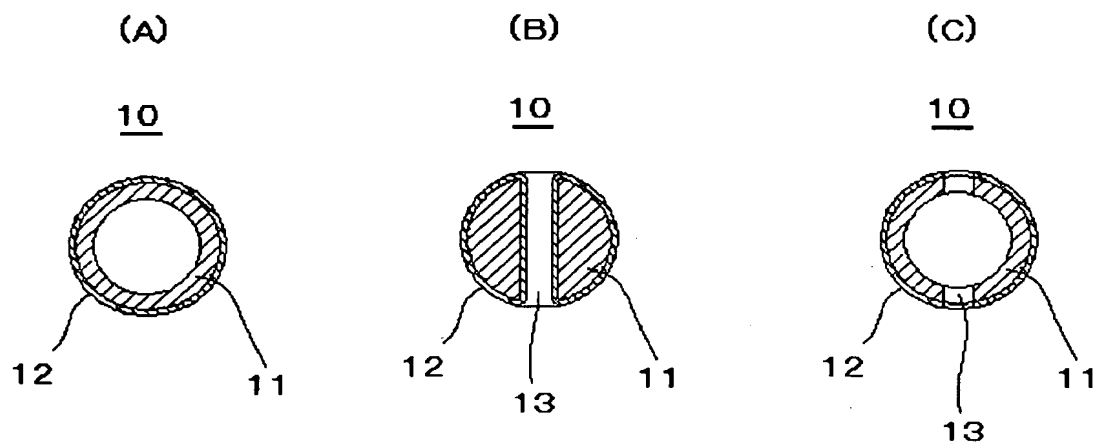
30



[図3]

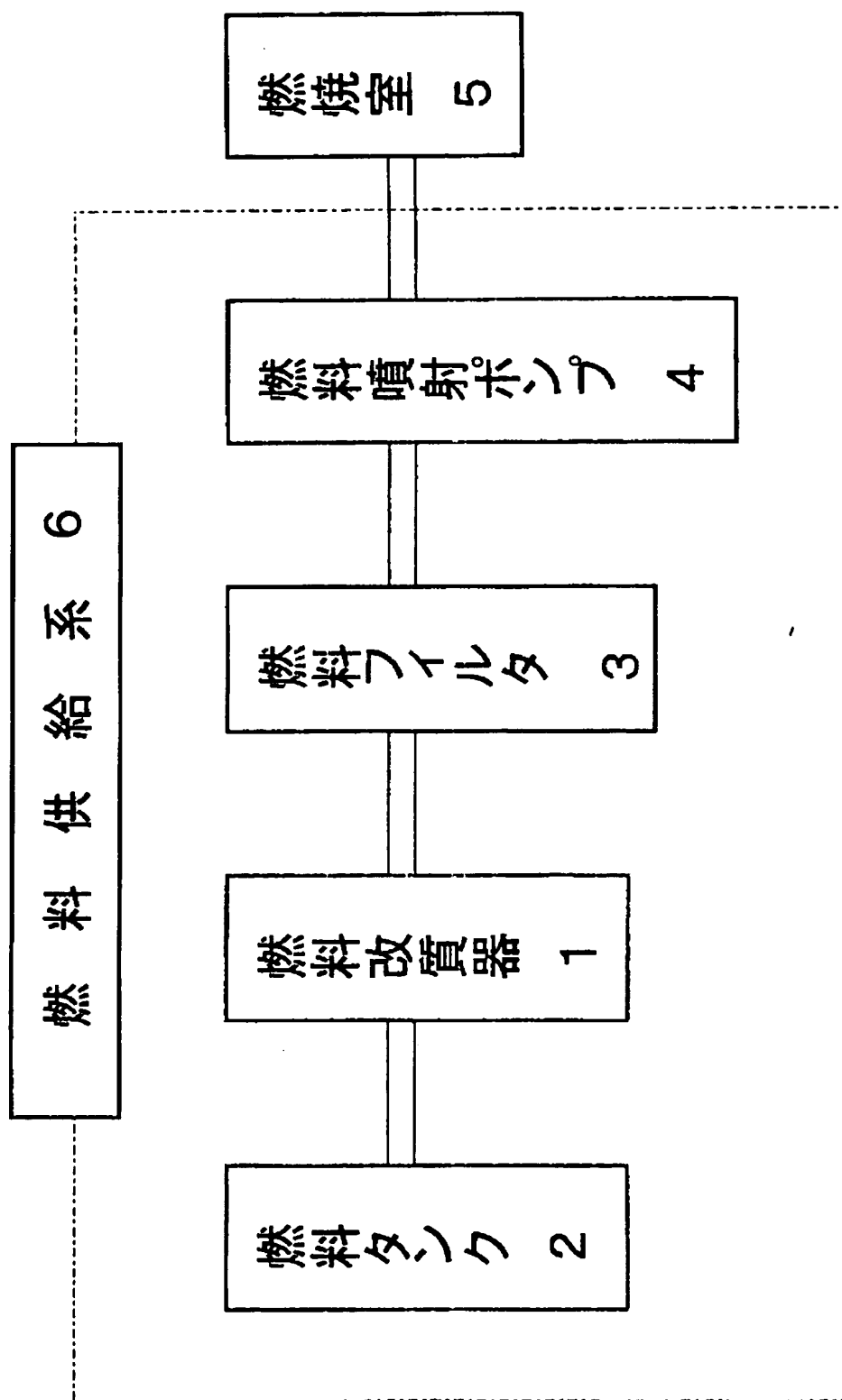


[図4]





[図5]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008756

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F02M27/06, B01J35/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F02M27/06, B01J35/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-160790 A (Toyota Motor Corp.), 06 June, 2003 (06.06.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-9
Y A	JP 10-265783 A (Toyota Motor Corp.), 06 October, 1998 (06.10.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-5, 8, 9 6, 7
Y	JP 2004-52601 A (Kabushiki Kaisha Fuji Kihan), 19 February, 2004 (19.02.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 August, 2005 (01.08.05)

Date of mailing of the international search report

23 August, 2005 (23.08.05)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/008756

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-173222 A (Yutaka TORII), 29 June, 1999 (29.06.99), Full text; all drawings (Family: none)	7
Y	WO 2000/032922 A1 (Nobuharu KAWASAKI), 08 June, 2000 (08.06.00), Full text; all drawings (Family: none)	9

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> F02M27/06, B01J35/02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.<sup>7</sup> F02M27/06, B01J35/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-160790 A (トヨタ自動車株式会社) 2003.06.06, 全文、全図, ファミリーなし	1-9
Y A	JP 10-265783 A (トヨタ自動車株式会社) 1998.10.06, 全文、全図, ファミリーなし	1-5, 8, 9 6, 7
Y	JP 2004-52601 A (株式会社不二機販) 2004.02.19, 全文、全図, ファミリーなし	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01.08.2005

国際調査報告の発送日

23.8.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐藤 正浩

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

3 T

9333

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 11-173222 A (鳥居 豊) 1999.06.29, 全文、全図, ファミリーなし	7
Y	WO 2000/032922 A1 (川さき信張) 2000.06.08, 全文、全図, ファミリーなし	9

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**